



Pochodne aminokwasów i ich znaczenie biologiczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Pochodne aminokwasów i ich znaczenie biologiczne

Wśród produktów spożywczych spirulina – sproszkowane zielononiebieskie algi – znajduje się na drugim miejscu pod względem zawartości tryptofanu.

Źródło: Nouchkac, Pixabay, domena publiczna.

Przekształcenia, jakim ulegają aminokwasy, prowadzą do powstawania ich pochodnych, do których należą: aminy biogenne (np. **cysteamina** – stosowana w leczeniu choroby popromiennej), niektóre hormony (np. **tyroksyna** – wspomagająca wchłanianie glukozy z przewodu pokarmowego oraz pobudzająca rozpad tłuszczów) i neuroprzekaźniki (np. **serotonina** i **dopamina** – biorące udział w regulacji snu). Pełnią one w organizmie człowieka wiele istotnych funkcji biologicznych.

Twoje cele

- Opiszysz, jakim przekształceniom ulegają aminokwasy w komórkach.
- Wyjaśnisz, jak powstają aminy biogenne, i wskażesz ich przykłady.
- Wskażesz, jakie związki biologicznie czynne powstają z aminokwasów.
- Określisz, jaką funkcję pełnią w organizmie hormony będące pochodnymi aminokwasów.

Przeczytaj

Reakcje chemiczne, jakim ulegają aminokwasy

Aminokwasy występujące w stanie wolnym pełnią funkcję **czynników buforujących** i osmotycznych oraz uczestniczą w biosyntezie wielu ważnych dla komórki związków: puryn, pirymidyn, porfiryn, hormonów, alkaloidów, antybiotyków itp. Mogą także ulegać różnym przemianom biochemicznym, takim jak: transaminacja, deaminacja i dekarboksylacja.

Transaminacja

Jest to przeniesienie grupy $-NH_2$ z aminokwasu na jeden z trzech ketokwasów: pirogronian, szczawiooctan lub α -ketoglutaran. W wyniku tych zmian powstaje nowy aminokwas (np. alanina, asparaginian czy glutaminian) i nowy ketokwas.

Deaminacja

Jest to odłączenie grupy $-NH_2$ z aminokwasu, zazwyczaj z wydzieleniem amoniaku. Bardzo często dochodzi do zastąpienia grupy aminowej inną grupą organiczną (np. ketonową), czego przykładem jest przekształcenie cytozyny w uracyl.

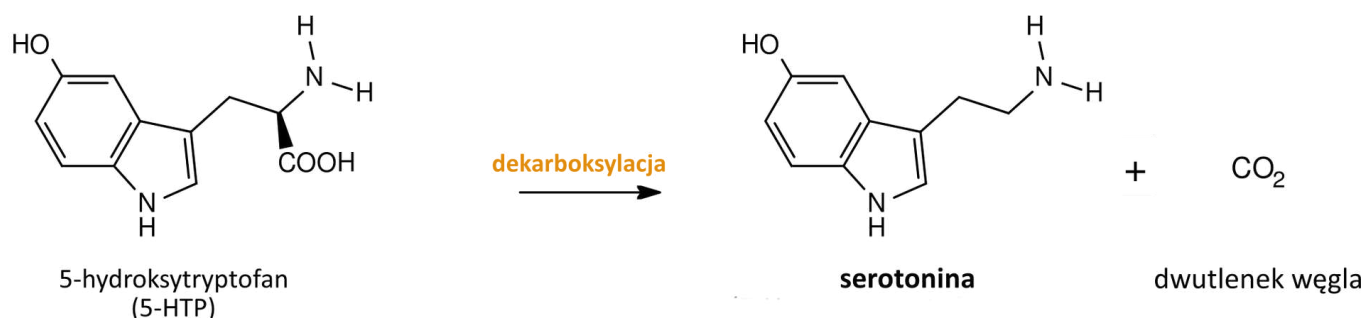
Dekarboksylacja

Jest to odłączenie grupy $-COOH$ z aminokwasów, czemu bardzo często towarzyszy wydzielanie dwutlenku węgla. W organizmie reakcja ta jest wywoływana działaniem enzymów. Przykładami dekarboksylacji są przekształcenia: histydyna $\rightarrow$ histamina, tryptofan $\rightarrow$ serotonina, tyrozyna $\rightarrow$ tyramina.

Pochodne aminokwasów

Aminy biogenne

Aminy biogenne powstają w wyniku reakcji dekarboksylacji aminokwasów. Po usunięciu grupy karboksylowej z cząsteczki aminokwasu pozostaje jedynie **szkielet węglowodorowy z grupą aminową**. Związek taki nazywamy **aminą**.



Dekarboksylacja 5-hidroksytryptofanu (5-HTP) do serotonininy (5-HT).

Źródło: N/A, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Najważniejsze aminy biogenne

Histamina

Powstaje w wyniku dekarboksylacji histydyny. W organizmie człowieka związek ten prowadzi m.in. do obniżenia ciśnienia tętniczego i zwiększenia przepuszczalności naczyń krwionośnych. Histamina jest **mediatorem stanu zapalnego**, tzn. jest uwalniana w dużych ilościach w tkankach, które uległy urazowi lub w których toczy się stan zapalny.

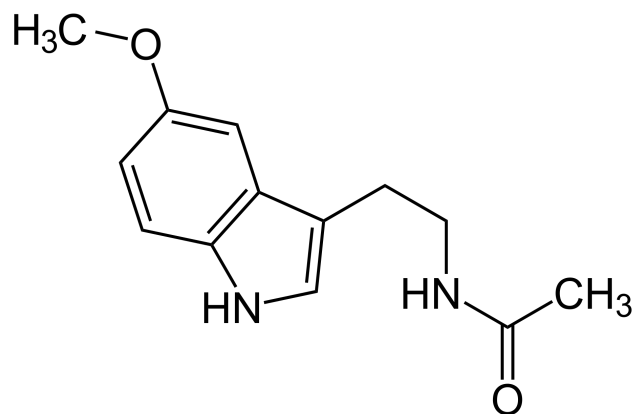
Serotonina

Więcej informacji na temat powstawania i znaczenia amin biogennych znajdziesz w e-materiale: [Oksydacyjna deaminacja i inne przemiany aminokwasów](#).

Hormony

Substancją wyjściową dla ważnych biologicznie związków chemicznych jest aminokwas **tyrozyna**. Jest ona m.in. prekursorem hormonów tarczycy: **tyroksyny i trójjodotyroniny**, produkowanych i magazynowanych w komórkach pęcherzykowych tego gruczołu. Hormony tarczycy regulują przede wszystkim metabolizm organizmu oraz wpływają na jego wzrost i rozwój.

Z przekształceń związku wyjściowego **tryptofanu** powstaje **serotonina**, a następnie hormon **melatonina**, produkowana w szyszynce mózgowej. Jej rola polega na regulacji rytmu dobowego człowieka. Wytwarzanie melatoniny jest hamowane pod wpływem światła. Niedobór tego związku może prowadzić do zaburzeń snu i bezsenności.

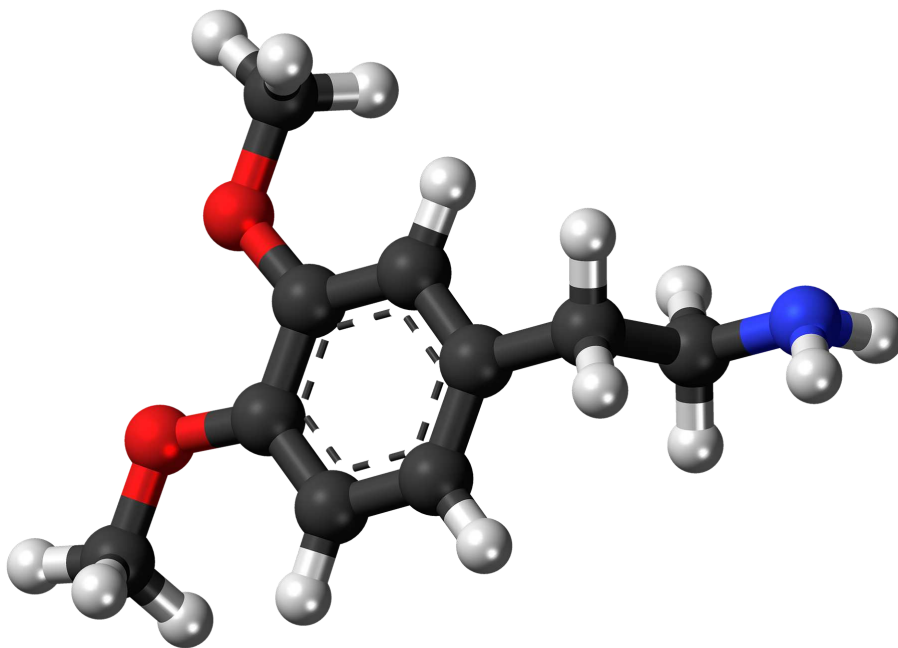


Melatonina.

Źródło: N/A, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Neuoprzekaźniki

W wyniku przemian biochemicznych **tyrozyny** powstaje **dopamina**, czyli ważny **neuoprzekaźnik** w ośrodkowym układzie nerwowym.

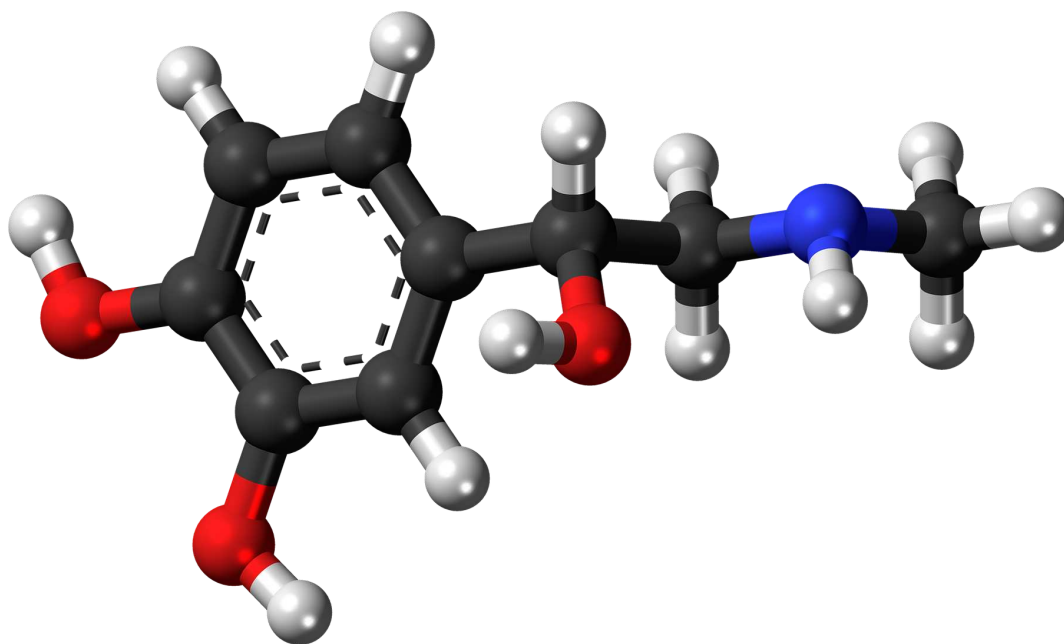


Dopamina odgrywa niezwykle ważną rolę w organizmie człowieka. Pełni funkcję neuoprzekaźnika, uczestnicząc w wielu procesach – w zależności od miejsca, w którym jest aktywna. Wpływa m.in. na ciśnienie tętnicze krwi, pracę gruczołów endokrynych (wydzielania wewnętrznego), koordynację i napięcie mięśni, a także odczuwanie emocji. Ponadto hamuje wydzielanie **prolaktyny**, hormonu pobudzającego laktację.

Źródło: N/A, Pixabay, domena publiczna.

Dopamina może być przekształcana w **noradrenalinę** lub **adrenalinę**. Noradrenalina i adrenalina to związki chemiczne nazywane hormonami stresu, które mobilizują i pobudzają organizm w odpowiedzi na bodźce stresowe. W wyniku ich działania dochodzi

do zwiększenia ciśnienia tętniczego krwi i częstości pracy serca, a także stężenia glukozy we krwi.



Adrenalina wytwarzana jest w rdzeniu nadnerczy, a także w niektórych neuronach ośrodkowego układu nerwowego. Związek ten, pobudzając glikogenolizę w wątrobie i mięśniach, wpływa na podwyższenie stężenia glukozy we krwi (działa antagonistycznie do insuliny). Pośredniczy również w przenoszeniu impulsów ze współczulnego układu nerwowego do tkanek, zwęża obwodowe naczynia krwionośne, rozszerza źrenice, a w większych stężeniach powoduje podniesienie ciśnienia krwi.

Źródło: N/A, Pixabay, domena publiczna.

Substratem w biosyntezie **kwasu γ -aminomasłowego (GABA)** jest **glutaminian**. GABA pełni funkcję głównego neuroprzekaźnika o działaniu hamującym w całym układzie nerwowym. W związku z tym odgrywa ważną rolę w procesie zmniejszania nadmiernego pobudzenia organizmu.

Słownik

mediator stanu zapalnego

związek chemiczny, który jest wydzielany przez komórki tkanki łącznej jako reakcja na zapalenie

neuroprzekaźnik

związek chemiczny odgrywający kluczową rolę w synapsach chemicznych, wydzielany z zakończenia aksonu komórki presynaptycznej i oddziałujący w specyficzny sposób na receptory w błonie postsynaptycznej

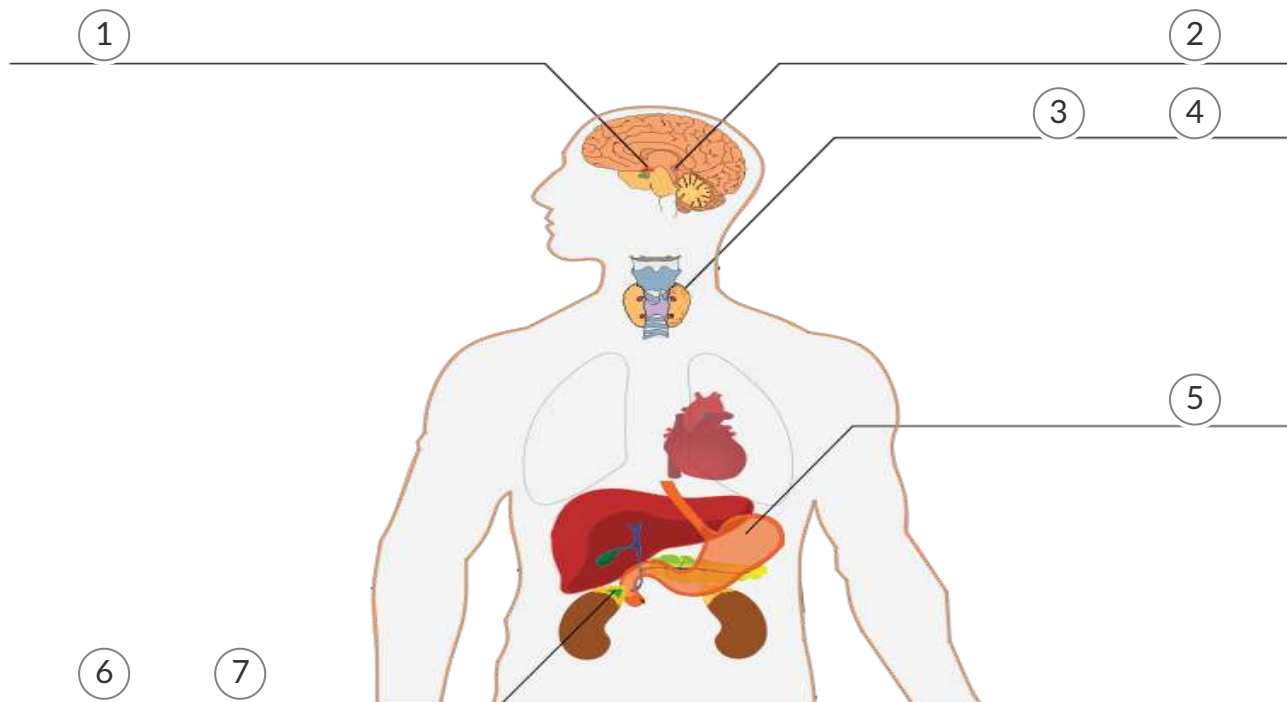
prolaktyna

hormon peptydowy produkowany w przysadce mózgowej, warunkujący prawidłowy przebieg laktacji, czyli wydzielania mleka

roztwór buforujący

bufor; roztwór o stałym stężeniu jonów wodorowych, którego pH pod wpływem dodatku niewielkich ilości kwasu lub zasady oraz przy rozcieńczaniu wodą nie ulega znacznym zmianom

Grafika interaktywna



1

Dopamina

Gruczoł: podwzgórze
i rdzeń nadnerczy

Powstawanie: w wyniku przemian tyrozyny

Funkcja: przekaźnik w ośrodkowym układzie nerwowym; warunkowanie prawidłowej koordynacji ruchowej i odpowiedniego napięcia mięśniowego; udział w procesach emocjonalnych; regulacja wydzielania prolaktyny

2

Melatonina

Gruczoł: szyszynka mózgowa

Powstawanie: w wyniku przemian tryptofanu

Funkcja: regulacja rytmu dobowego człowieka

3

Tyroksyna

Gruzoł: tarczyca

Powstawanie: w wyniku przekształceń tyrozyny

Funkcja: stymuluje rozpad tłuszczów do kwasów tłuszczowych i glicerolu; wzmacnia wchłanianie glukozy; wpływa na czynność gruczołów płciowych

4

Trójjodotyronina (T_3)

Gruzoł: tarczyca

Powstawanie: w wyniku przekształceń tyrozyny

Funkcja: wpływa na rozwój układu nerwowego i kostnego podczas życia płodowego dziecka, a u dorosłych odgrywa bardzo ważną rolę w prawidłowym działaniu większości układów: krążenia, nerwowego, pokarmowego i rozrodczego

5

Histamina

Narząd: m.in. żołądek

Powstawanie: w wyniku dekarboksylacji histydyny

Funkcja: obniżanie ciśnienia tętniczego; zwiększanie przepuszczalności naczyń krwionośnych

6

Noradrenalina

Gruzoł: nadnercze

Powstawanie: w wyniku przemian dopaminy

Funkcja: podwyższanie ciśnienia tętniczego krwi i częstości pracy serca; zwiększanie stężenia glukozy we krwi

7

Adrenalina

Gruzoł: nadnercze

Powstawanie: w wyniku przemian noradrenaliny

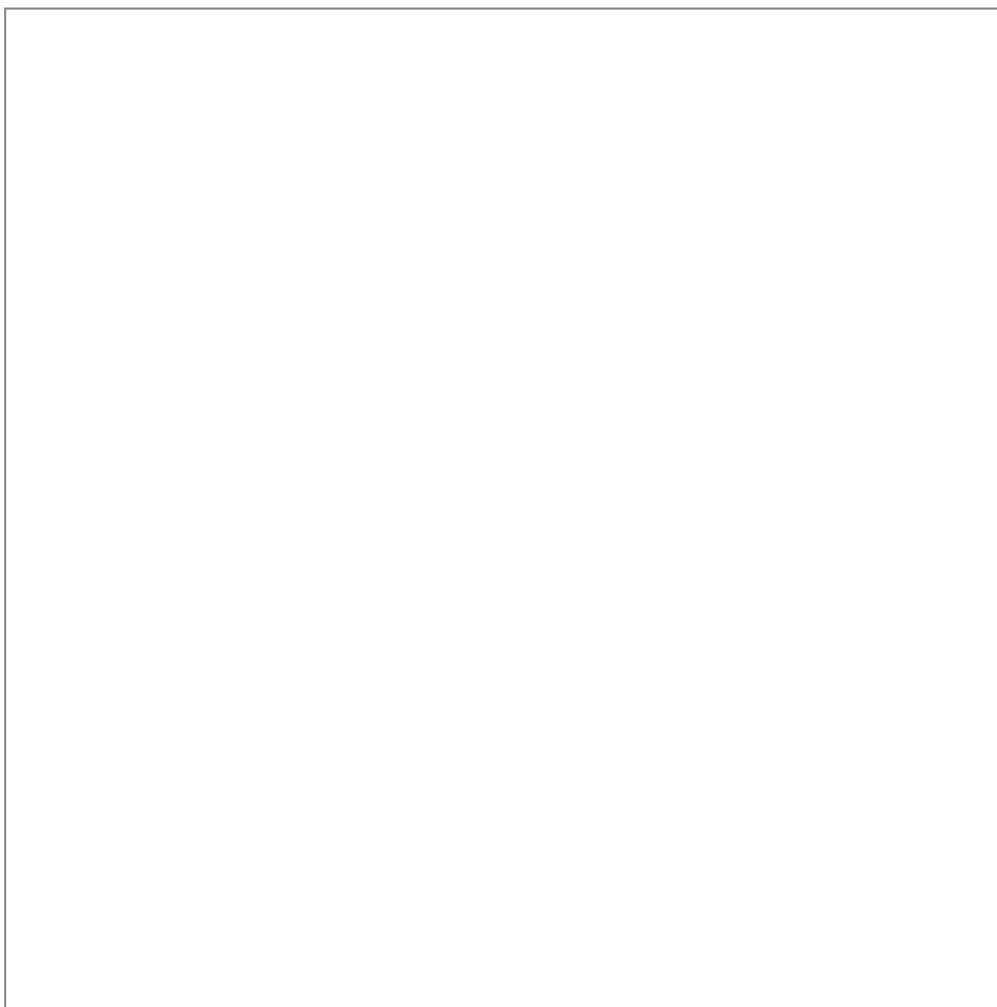
Funkcja: podwyższanie ciśnienia tętniczego krwi i częstości pracy serca; zwiększanie stężenia glukozy we krwi

Pochodne aminokwasów i ich znaczenie w organizmie człowieka.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

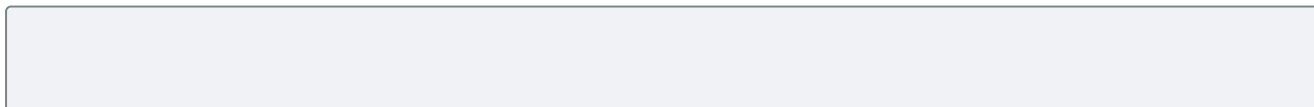
Polecenie 1

Na podstawie analizy grafiki interaktywnej narysuj szlak przemian tyrozyny prowadzący do powstania różnych hormonów.



Polecenie 2

Wymień hormony wpływające na pracę ośrodkowego układu nerwowego i opisz ich działanie.



Polecenie 3

Opisz, które hormony i w jaki sposób wpływają na układ krwionośny.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Oprócz budowania peptydów i białek α -aminokwasy biorą udział w wielu procesach biosyntezy czynnych biologicznie związków.	☐	☐
Do najważniejszych metabolitów tyrozyny należą serotonina i melatonina.	☐	☐
Z tryptofanu powstają hormony tarczycy, adrenalina i dopamina.	☐	☐

Ćwiczenie 2



Aminokwasy to związki organiczne wchodzące w wiele reakcji chemicznych. Połącz nazwy tych reakcji z odpowiednimi opisami.

Dekarboksylacja

Przeniesienie grupy NH_2 na ketokwas

Deaminacja

Odłączenie grupy karboksylowej

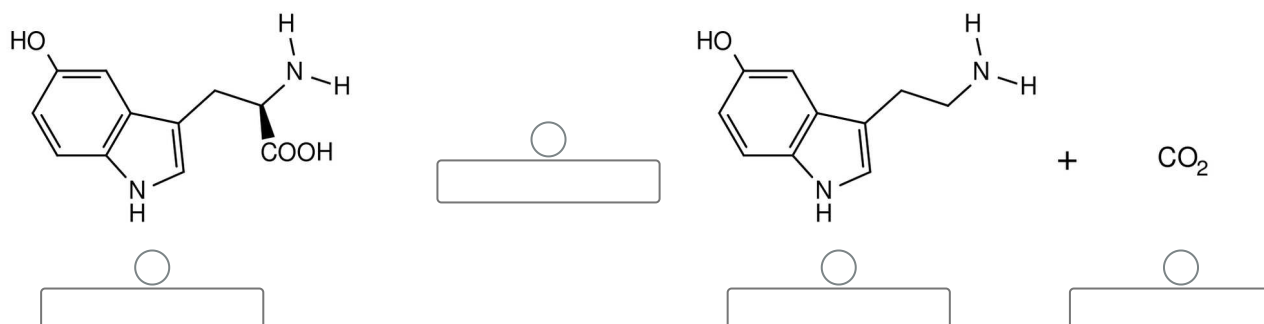
Transaminacja

Odłączenie grupy NH_2

Ćwiczenie 3



Podpisz elementy na poniższym schemacie reakcji, przeciągając w odpowiednie miejsca podane nazwy.



Dekarboksylacja

Peptyd

Grupa aminowa

Dwutlenek węgla

Deaminacja

Amina

Transaminacja

Grupa karbonylowa

Aminokwas

Ćwiczenie 4



Zaznacz wszystkie sformułowania prawidłowo opisujące dopaminę.

☐ Hamuje syntezę prolaktyny – hormonu odpowiedzialnego za laktację.

☐ Wzrost jej wydzielania następuje podczas relaksu, a najwyższe stężenie osiąga w nocy.

☐ Jej prekursorem jest tyrozyna.

☐ Bierze udział w warunkowaniu koordynacji ruchowej i napięcia mięśni oraz odpowiada za procesy emocjonalne.

☐ Jedną z głównych funkcji dopaminy jest przekazywanie w OUN.

☐ Odpowiada za wydzielanie hormonu somatotropowego, inaczej hormonu wzrostu.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, przeciągając w odpowiednie miejsca podane poniżej sformułowania.

Melatonina powstaje w [] z [], która z kolei jest wytwarzana z [] w wyniku []. Synteza melatoniny odbywa się głównie w [], hamowana jest natomiast pod wpływem []. Główna rola melatoniny polega na regulacji [] człowieka. Jej [] może prowadzić do zaburzeń snu i bezsenności.

[dzień] [zwiększonego stężenia glukozy] [ciśnienia krwi tętniczej] [rytmu dobowego]

[transaminacji] [dekarboksylacji] [tryptofanu] [światła] [serotoniny] [nocy]

[podwzgórzu] [niedobór] [szyszynce] [statyn] [seryny] [nadmiar]

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelę, przeciągając w odpowiednie miejsca podane poniżej hasła.

Pochodna aminokwasu	Aminokwas wyjściowy	Główna funkcja	Efekt
Histamina	[]	[]	[]
Serotonina	[]	[]	[]
Kwas γ -aminomastowy	[]	[]	[]

Zwężenie naczyń krwionośnych, stymulacja skurczu mięśni gładkich

Obniżenie ciśnienia tętniczego, zwiększenie przepuszczalności naczyń [Tryptofan]

Neuroprzekaźnik w OUN oraz składnik ziarnistości trombocytów [Glutaminian]

Mediator stanu zapalnego [Hamowanie struktur OUN] [Neuroprzekaźnik w OUN]

[Histydyna]



Tyrozyna należy do grupy aminokwasów względnie endogennych, czyli takich, które nasz organizm jest w stanie syntetyzować samodzielnie, pod warunkiem że dostarczymy wraz z dietą fenyloalaninę – aminokwas egzogeny, z którego powstaje tyrozyna.

Na podstawie: Katarzyna Stachowicz, *Tyrozyna – aminokwas względnie endogeny – czy pełni rolę w schorzeniach psychicznych?*, „Wszechświat. Pismo Przyrodnicze” 2019, t. 120, nr 7–9, s. 175–179.

Brak tyrozyny wywołuje:

- niedoczynność tarczycy;
- przewlekłe zmęczenie i wyczerpanie;
- obniżenie syntezy hormonów takich jak norepinefryna czy dopamina, które są hormonami motywującymi nas do działania;
- spadek motywacji do działania, obniżenie nastroju czy depresję.

Na podstawie: Katarzyna Stachurska, *Tyrozyna a fenylketonuria*, VitaPKU.

Na podstawie podanych informacji wyjaśnij, w jaki sposób nieprawidłowa dieta może przyczynić się do wystąpienia u człowieka objawów niedoczynności tarczycy.



Histamina powstaje w wyniku dekarboksylacji *L*-histydyny, reakcji katalizowanej przez dekarboksylazę *L*-histydynową (...). Stężenie histaminy jest duże zwłaszcza w tkankach mających styczność ze środowiskiem zewnętrznym: w układzie oddechowym, w skórze oraz w błonie śluzowej żołądka i jelit. Jedynie komórki tuczne i granulocyty zasadochłonne mają zdolność do przechowywania histaminy w swoistych ziarnistościach, skąd jest uwalniana w wyniku działania różnych czynników immunologicznych (zwłaszcza reakcji alergicznych z udziałem immunoglobulin IgE), a także nieimmunologicznych, np. pod wpływem niektórych substancji chemicznych, w tym leków (np. morfiny, tubokuraryny) oraz czynników fizycznych, takich jak zimno, uraz.

Histamina wpływa na organizm za pośrednictwem czterech typów receptorów: H₁, H₂, H₃ i H₄.

Pobudzenie receptorów H₄ bierze udział w regulacji ekspresji cytokin, a także kontroli chemotaksji komórek tucznych oraz granulocytów kwasochłonnych.

Źródło: Marek Wiercigroch, Joanna Folwarczna, *Histamina w regulacji procesów przebudowy kości*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2013, t. 67, s. 887-895.

Na podstawie tekstu wyjaśnij, jakie znaczenie dla funkcjonowania układu odpornościowego człowieka może mieć niedostateczne dostarczanie w diecie aminokwasu histydyny.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Pochodne aminokwasów i ich znaczenie biologiczne

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Opiszysz, jakim przekształceniom ulegają aminokwasy w komórkach.
- Wyjaśnisz, jak powstają aminy biogenne, i wskażesz ich przykłady.
- Wskażesz, jakie związki biologicznie czynne powstają z aminokwasów.
- Określisz, jaką funkcję pełnią w organizmie hormony będące pochodnymi aminokwasów.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- gwiazda pytań;
- gra dydaktyczna;
- mapa pojęć;
- rozmowa kierowana.

Formy pracy:

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel zapisuje na tablicy następujące pytania:
 - Jak są zbudowane aminokwasy?
 - Jakie są właściwości fizykochemiczne aminokwasów?
 - Jakie funkcje biologiczne pełnią aminokwasy?
 Uczniowie, pracując w parach, wspólnie przygotowują odpowiedzi na zadane pytania. Chętni wypowiadają się na forum klasy. Nauczyciel podsumowuje odpowiedzi uczniów.

Faza realizacyjna:

1. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objaśnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie pochodnych aminokwasów i ich znaczenia biologicznego, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie. Następnie każdy zespół dopisuje piąte pytanie i daje je do rozwiązania innej grupie. Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.
2. **Praca z multimediami („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Następnie dzieli uczniów na grupy 4-osobowe i rozdaje każdej arkusz papieru. Prosi podopiecznych, by narysowali szlak przemian tyrozyny prowadzący do powstania różnych hormonów. Wybrane grupy przedstawiają swoje plakaty na forum klasy i omawiają zobrazony proces.
3. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 2 („Wymień hormony wpływające na pracę ośrodkowego układu nerwowego i opisz ich działanie”) oraz polecenie nr 3 („Opisz, które hormony i w jaki sposób wpływają na układ krwionośny”). Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą. Wybrane osoby przedstawiają rozwiązanie na forum klasy.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Klasa wspólnie wykonuje mapę pojęć podsumowującą zajęcia.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 7 i 8 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 72.09 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania grafiki interaktywnej:

- Grafikę interaktywną można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.